

**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

<b>(51) Int. Cl.</b> <b>H01L 21/027</b>	<b>(11) 공개번호</b> <b>(43) 공개일자</b>	<b>특2002-0027803</b> <b>2002년04월15일</b>
<b>(21) 출원번호</b>	10-2000-0058482	
<b>(22) 출원일자</b>	2000년10월05일	
<b>(71) 출원인</b>	삼성전자 주식회사, 윤종용 대한민국 442-803 경기 수원시 팔달구 매탄3동 416	
<b>(72) 발명자</b>	유도열 대한민국 306-020 대전광역시대덕구대화동290-36	
<b>(74) 대리인</b>	이정우 대한민국 442-470 경기도수원시팔달구영통동동보아파트622동402호	
<b>(77) 심사청구</b>	없음	
<b>(54) 출원명</b>	<b>반도체 장치의 사진 공정에 사용되는 마스크</b>	

**요약**

반도체 장치의 사진 공정에 사용되는 마스크(mask)를 개시한다. 본 발명의 일 관점은 투명한 기판과, 기판 상에 형성된 차광막 패턴, 및 차광막 패턴에 교차되는 방향으로 배치되어 광 투과율을 조절하는 다수의 차광바를 포함하는 마스크를 제공한다.

**대표도**

**도3**

**명세서**

**도면의 간단한 설명**

도 1은 종래의 반도체 장치의 마스크를 설명하기 위해서 개략적으로 도시한 평면도이다.

도 2는 종래의 반도체 장치의 마스크를 이용한 사진 공정에 의해 얻어진 노광 패턴을 노광 에너지(exposure energy) 준위 곡선으로 나타낸 그래프이다.

도 3은 본 발명의 제1실시예에 의한 반도체 장치의 사진 공정에 이용되는 마스크를 설명하기 위해서 개략적으로 도시한 평면도이다.

도 4는 본 발명의 제1실시예에 의한 반도체 장치의 마스크를 이용한 사진 공정에 의해 얻어진 노광 패턴을 노광 에너지 준위 곡선으로 나타낸 그래프이다.

도 5는 본 발명의 제2실시예에 의한 반도체 장치의 사진 공정에 이용되는 마스크를 설명하기 위해서 개략적으로 도시한 평면도이다.

도 6 내지 도 19는 본 발명의 실시예들에 의해 구현되는 효과를 설명하기 위해서 도시한 그래프들이다.

**<도면의 주요 부호에 대한 간략한 설명>**

100: 투명한 기판, 200: 차광막 패턴,

300: 차광바, 350: 스페이스 슬릿(space slit).

**발명의 상세한 설명**

**발명의 목적**

**발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술**

본 발명은 반도체 장치에 관한 것으로, 특히, 사진 공정에 사용되는 마스크에 관한 것이다.

반도체 장치가 고집적화됨에 따라 반도체 장치에 채용되는 회로 선폭이 급격히 감소하고 있다. 이에 따라, 반도체 장치에 채용되는 회로 등을 형성하기 위한 마스크의 레이아웃(layout) 특성이 변화되고 있고, 이러한 마스크의 레이아웃 특성에 의한 광학적 특성, 예컨대, 코마(coma) 또는 근접도(proximity) 등과 같은 광학적 특성 변화에 의해서 패턴 형성에 있어서 재현성이 저하되고 있다.

도 1은 종래의 반도체 장치의 마스크를 개략적으로 나타내고, 도 2는 종래의 반도체 장치의 마스크를 이용한 사진 공정에 의해 얻어진 노광 패턴을 포토레지스트 노광 에너지(exposure energy) 준위 곡선으로 나타낸다.

도 1에서 도시된 바와 같이, 종래의 반도체 장치의 마스크는 투명한 기판(10) 상에 레이아웃을 따라 그려진 차광 패턴(20) 등을 포함한다. 이러한 마스크에 의한 포토레지스트 패턴의 노광 에너지 준위 곡선은 실사(simulation)를 통해 도 2에서와 같이 얻어질 수 있다. 도 2에 도시된 바는 마스크의 레이아웃 상에 그려진 패턴이 포토레지스트 패턴으로 전사될 때, 비대칭 현상 등이 발생하고 있음을 시사한다. 이러한 노광되는 포토레지스트 패턴에서의 비대칭 현상 등과 같은 불량의 발생은 패턴의 재현성이 저하를 의미한다.

이를 극복하기 위해서 또는 이러한 비대칭 현상을 보상하기 위해서, 마스크에 형성되는 차광 패턴(20)의 인접 위치에 산란 바(scattering bar)를 형성하는 방법 또는 차광 패턴(20)의 모서리 부위에 세리프(serif) 등을 부착하는 방법 등이 시도되고 있다. 그러나, 이러한 방법들은 마스크를 제조하는 데 많은 어려움을 수반한다.

예를 들어, 레이아웃을 그릴 때, 각각의 차광 패턴(20) 형태에 따라 나타나는 현상을 분석하여 적적 크기로 차광 패턴(20)을 의해서 설정해 주어야 한다. 즉, 많은 수작업이나 계산 과정이 요구된다. 또한, 라인 및 스페이스(line & space) 패턴과 같이 패턴 크기가 매우 미세한 경우에는 상기한 바와 같은 보상을 위한 세리프 또는 산란 바를 배치하지 못할 수 있다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 미세 패턴 형성에 있어서 광학적 특성에 의해 패턴의 재현성이 저하되는 것을 방지할 수 있는 반도체 장치의 사진 공정을 위한 마스크를 제공하는 데 있다.

### 발명의 구성 및 작용

상기의 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 관점은, 투명한 기판과, 상기 기판 상에 형성된 차광막 패턴, 및 상기 차광막 패턴에 교차되는 방향으로 배치되어 광 투과율을 조절하는 다수의 차광바들을 포함하는 반도체 장치의 마스크를 제공한다.

이때, 상기 차광바는 상기 차광막 패턴과 수직하게 배치될 수 있으며, 대략 10nm 내지 100nm의 폭을 가질 수 있다. 또한, 상기 다수의 차광바들은 상호간에 대략 0.5 $\mu$ m 내지 2 $\mu$ m 정도 이격되게 배치될 수 있다.

상기의 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 다른 관점은, 투명한 기판과, 상기 기판 상에 형성된 차광막 패턴, 및 상기 차광막 패턴에 교차되어 광 투과율을 조절하여 상기 차광막 패턴이 제거되어 상기 기판을 노출하여 형성된 다수의 스페이스 슬릿들을 포함하는 반도체 장치의 마스크를 제공한다.

여기서, 상기 스페이스 라인은 상기 차광막 패턴과 수직하게 배치될 수 있고, 대략 10nm 내지 100nm의 폭을 가질 수 있다. 상기 다수의 스페이스 슬릿들은 상호간에 대략 0.5 $\mu$ m 내지 2 $\mu$ m 정도 이격되게 배치될 수 있다.

본 발명에 따르면, 미세 패턴 형성에 있어서 광학적 특성에 의해 패턴의 재현성이 저하되는 것을 방지할 수 있다.

이하, 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나, 본 발명의 실시예들은 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 아래에서 상술하는 실시예들로 인해 한정되어지는 것으로 해석되어져서는 안된다. 본 발명의 실시예들은 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위해서 제공되어지는 것이다. 따라서, 도면에서의 요소의 형상 등은 보다 명확한 설명을 강조하기 위해서 과장되어진 것이며, 도면 상에서 동일한 부호로 표시된 요소는 동일한 요소를 의미한다. 또한, 어떤 막이 다른 막 또는 반도체 기판의 "상"에 있다고 기재되는 경우에, 상기 어떤 막은 상기 다른 막 또는 반도체 기판에 직접 접촉하여 존재할 수 있고, 또는, 그 사이에 제3의 막이 개재되어질 수 있다.

이하, 본 발명을 도면을 인용하는 구체적인 실시예를 들어 상세하게 설명한다.

도 3은 본 발명의 제1 실시예에 의한 반도체 장치의 사진 공정에 이용되는 마스크를 개략적으로 나타내고, 도 4는 본 발명의 제1 실시예에 의한 반도체 장치의 마스크를 이용한 사진 공정에 의해 얻어진 노광 패턴을 포토레지스트 노광 에너지 준위 곡선으로 나타낸다.

구체적으로, 본 발명의 제1 실시예에 의한 마스크는 투명한 기판(100), 예컨대, 석영 기판(100) 상에 레이아웃을 따라 형성된 차광막 패턴(200)을 포함한다. 이러한 차광막 패턴(200)은 산화 크롬( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ )막 등과 같은 차광 물질로 형성될 수 있다.

또한, 이러한 투명한 기판(100) 상에는 마스크의 광 투과율을 조절하는 다수의 차광바(shielding bar:300)가 형성된다. 이러한 차광바(300)는 상기한 차광막 패턴(200)과 함께 형성될 수 있다. 즉, 이러한 차광바(300)는 차광막 패턴(200)을 이루는 산화 크롬 등과 같은 차광 물질로 이루어지며, 차광막 패턴(200)이 패턴링될 때 함께 패턴링되어 그 형태를 이룰 수 있다.

이러한 차광바(300)는 차광막 패턴(200)에 교차되는 방향으로 배치된다. 예를 들어, 차광막 패턴(200)이 라인(line) 형태로 길게 형성될 때, 차광바(300)는 라인 형태의 차광막 패턴(200)의 몸체에 교차되도록 차광막 패턴(200)의 몸체에 부착된다. 이때, 차광바(300)는 차광막 패턴(200)과 수직하게 배치되는 것이 바람직하다.

한편, 차광바(300)들의 선폭은 대략 10nm 내지 100nm 정도일 수 있다. 이때, 차광바(300)들은 동일한 선폭을 가지도록 형성될 수 있다. 또한, 차광바(300)들은 상호간에 일정 간격, 예컨대, 0.5 $\mu$ m 내지 2 $\mu$ m 정도로 이격되도록 배치될 수 있다.

이러한 차광바(300)들은 마스크의 광 투과율을 조절하는 기능을 한다. 보다 상세하게 설명하면, 패턴의 재현성이 저하되는 것은 광학적 특성에 의한 것으로 알려져 있다. 이러한 광학적 특성은 근접 효과(proximity effect) 등에 의해 발현될 수 있다. 근접 효과는 패턴들의 주변 환경이 패턴의 위치에 따라 달라지는 데 주로 기인한다. 예를 들어, 비대칭 패턴, 예컨대, 로직 게이트 폴리 패턴(logic gate poly pattern)과 같은 패턴들의 경우에, 패턴 주변의 오픈 영역(open region)의 차이나 패턴들의 밀도 차이에 의해서 근접 효과가 발생한다고 알려져 있다.

그러나, 도 30에 도시된 바와 같이 본 발명의 제1실시예에 의한 차광바(300)는 차광막 패턴(200)들에 다수 부착되어, 차광막 패턴(200)의 주변 환경을 동일하게 되도록 보상해주는 역할을 한다. 예를 들어, 차광바(300)들은 차광막 패턴(200)의 넓은 선폭 부분(201)과 좁은 선폭 부분(205) 또는 낮은 밀도 부분(201)과 높은 밀도 부분(205) 간의 주위 환경 차이를 보상해 주는 역할을 할 수 있다. 이에 따라, 근접 효과 차이와 같은 광학적 특성이 발생하는 것을 방지할 수 있다.

이러한 차광바(300)들의 도입은 피치(pitch) 변화에 따른 패턴 재현성의 불량을 보상하며, 마스크 상의 광 투과율을 감소시키고 도즈(dose)에 따른 패턴닝 공정 능력을 향상시킬 수 있다. 이에 따라, 미세 패턴 형성을 가능하게 한다. 즉, 상기한 바와 같이 마스크 상의 광 투과율을 감소시킴으로써 형성되는 포토레지스트 패턴을 보다 안정적으로 작게 형성할 수 있다. 또한, 이러한 차광바(300)들의 도입은 형성되는 패턴들의 균일도(uniformity)를 제고할 수 있고, 공정에서의 포커스 마진(focus margin)을 제고할 수 있다.

이러한 효과는 상술한 차광바(300)를 도입한 마스크를 이용하여 얻어지는 노광 패턴은, 실시를 통해 얻어진 도 4에 도시된 바와 같은 노광 에너지 준위 곡선을 나타낼 수 있다. 도 3은, 도 2와 비교할 때, 비대칭 현상이 억제됨을 노광 에너지 준위 곡선을 통해서 나타내고 있으며, 이는 근접 효과 등과 같은 광학적 특성에 의한 패턴 재현성 저하를 본 발명의 제1실시예에 의한 차광바(300)의 도입에 의해서 방지할 수 있음을 입증한다.

도 5는 본 발명의 제2실시예에 의한 반도체 장치의 사진 공정에 이용되는 마스크를 개략적으로 나타낸다.

구체적으로, 제1실시예에서와는 달리 차광막 패턴(200)에 차광바(도 3의 300)의 도입 대신에 스페이스 슬릿(space slit:350)을 도입할 수 있다. 스페이스 슬릿(350)은 마스크의 광 투과율을 조절하는 기능을 하며, 차광막 패턴(200)의 일부가 제거되어 하부의 기판(100)을 노출하여 형성된다.

이러한 스페이스 슬릿(350)은 차광막 패턴(200)에 교차되는 방향으로 배치된다. 예를 들어, 차광막 패턴(200)이 라인(line) 형태로 길게 형성될 때, 스페이스 슬릿(350)은 라인 형태의 차광막 패턴(200)의 몸체에 교차되도록 차광막 패턴(200)을 분리하는 형태로 도입된다. 이때, 스페이스 슬릿(350)은 차광막 패턴(200)과 수직하게 배치되는 것이 바람직하다.

한편, 스페이스 슬릿(350)들의 선폭은 대략 10nm 내지 100nm 정도일 수 있다. 이때, 스페이스 슬릿(350)들은 동일한 선폭을 가지도록 형성될 수 있다. 또한, 스페이스 슬릿(350)들은 상호간에 일정 간격, 예컨대, 0.5 $\mu$ m 내지 2 $\mu$ m 정도로 이격되도록 배치될 수 있다.

이러한 스페이스 슬릿(350)들은 마스크의 광 투과율을 조절하는 기능, 예컨대, 마스크의 광 투과율을 증가시키는 역할을 할 수 있다. 또한, 차광막 패턴(200)들에 위치에 따른 근접 효과 등과 같은 광학적 특성 변화를 보상해 주는 역할을 한다. 따라서, 스페이스 슬릿(350)들의 도입은 피치(pitch) 변화에 따른 패턴 재현성의 불량을 보상하며, 마스크 상의 광 투과율을 감소시키고 도즈(dose)에 따른 패턴닝 공정 능력을 향상시킬 수 있다. 이에 따라, 미세 패턴 형성을 가능하게 하고 균일도(uniformity) 및 포커스 마진(focus margin)을 제고한다.

도 6 및 도 19는 본 발명의 실시예에 의한 효과를 설명하기 위해서 개략적으로 도시한 그래프들이다.

도 6 및 도 7을 참조하면, 도 6은 라인 및 스페이스 패턴 마스크를 이용하여 실시를 통해 얻은 노광 패턴의 노광 에너지 준위 곡선을 나타내고 있고, 도 7은 본 발명의 제2실시예에 의한 스페이스 슬릿을 도입한 경우에 실시를 통해서 얻어지는 노광 패턴의 노광 에너지 준위 곡선을 나타낸다. 도 6 및 도 7에서 노광 패턴은 오픈 패턴(open pattern)을 의미한다. 도 6 및 도 7을 비교하면, 스페이스 슬릿을 도입한 경우 광 투과율이 조절, 즉, 광 투과율이 증가될 수 있음을 알 수 있다.

도 8 내지 도 10을 참조하면, 도 8 내지 도 10은 오픈된 라인 패턴, 예컨대, 오픈된 플로팅(floating) 게이트 패턴을 패턴닝하기 위한 포토레지스트 패턴을 대상으로 노광 패턴의 노광 에너지 준위 곡선을 나타낸다. 도 8은 본 발명의 제2실시예에 의한 스페이스 슬릿을 도입한 경우에 얻어지는 노광 패턴의 노광 에너지 준위 곡선을 나타내고, 도 9는 차광막 패턴만을 이용한 경우이고, 도 10은 본 발명의 제1실시예에 의한 차광바를 도입한 경우에 해당된다.

도 11 내지 도 13을 참조하면, 도 11 내지 도 13은 바 라인 패턴, 예컨대, 바 형태의 플로팅 게이트 패턴을 패턴닝하기 위한 포토레지스트 패턴을 대상으로 노광 패턴의 노광 에너지 준위 곡선들을 나타낸다. 도 11은 본 발명의 제2실시예에 의한 다수의 스페이스 슬릿들을 도입한 경우에 얻어지는 노광 패턴의 노광 에너지 준위 곡선을 나타내고, 도 12는 차광막 패턴만을 이용한 경우이고, 도 13은 본 발명의 제1실시예에 의한 차광바를 도입한 경우에 해당된다.

도 14 내지 도 16을 참조하면, 바 형태의 패턴을 대상으로 도 14 내지 도 16은 디포커스(defocus) 변화에 따른 형성되는 패턴의 폭의 변화를 도시한 그래프들을 나타낸다. 도 14는 스페이스 슬릿이나 차광바를 도입하지 않은 경우이고, 도 15는 스페이스 슬릿을 도입한 경우, 도 16은 차광바를 도입한 경우에 얻어지는 그래프들이다.

도 17 내지 도 19를 참조하면, 도 17 내지 도 19는 피치 변화에 따른 형성되는 패턴의 폭의 변화를 도시한 그래프들을 나타낸다. 도 17은 스페이스 슬릿이나 차광바를 도입하지 않은 경우이고, 도 18은 스페이스 슬릿을 도입한 경우, 도 19는 차광바를 도입한 경우에 얻어지는 그래프들이다.

상술한 도 8 내지 도 19에 도시된 그래프들에 묘사된 바에 의하면, 본 발명의 실시예들에 의한 스페이스 슬릿 또는 차광바의 도입은, 마스크의 광 투과율을 조절할 수 있다. 즉, 광을 투과하는 스페이스 슬릿을 도입함으로써, 형성되는 패턴의 선폭을 안정적으로 크게 할 수 있으며, 광을 차단하는 차광바를 도입함으로써, 형성되는 패턴의 선폭을 안정적으로 더 작게 할 수 있다. 이와 같이 광 투과율을 조절할 수 있으므로, 분해능(resolution)의 향상을 구현할 수 있다.

한편, 상기한 도 6 내지 도 19에 묘사된 그래프들에서 본 발명의 실시예에 의한 스페이스 슬릿이나 차광바를 도입할 경우, 패턴들의 말단에 인접하는 스페이스 슬릿이나 차광바는 산란 바의 역할을 한다.

이상, 본 발명을 구체적인 실시예를 통하여 상세히 설명하였으나, 본 발명은 이에 한정되지 않고, 본 발명의 기술적 사상 내에서 당 분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 그 변형이나 개량이 가능함이 명백하다.

#### **발명의 효과**

상술한 본 발명에 따르면, 근접 효과 등과 같은 광학적 특성 변화를 보상할 수 있어, 패턴 재현성의 불량을 보상할 수 있다. 또한, 마스크 상의 광 투과율을 조절할 수 있어, 미세 패턴을 형성할 수 있고 패턴의 균일도 및 포커스 마진을 제고할 수 있다. 더불어, 사진 공정의 윈도우(window) 및 분해능을 향상시킬 수 있다.

#### **(57) 청구의 범위**

##### **청구항 1.**

투명한 기판;

상기 기판 상에 형성된 차광막 패턴; 및

상기 차광막 패턴에 교차되는 방향으로 배치되어 광 투과율을 조절하는 다수의 차광바들을 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 장치의 마스크.

##### **청구항 2.**

제1항에 있어서, 상기 차광바는

상기 차광막 패턴과 수직하게 배치되는 것을 특징으로 하는 반도체 장치의 마스크.

##### **청구항 3.**

제1항에 있어서, 상기 차광바는

대략 10nm 내지 100nm의 폭을 가지는 것을 특징으로 하는 반도체 장치의 마스크.

##### **청구항 4.**

제1항에 있어서, 상기 다수의 차광바들은

상호간에 대략 0.5 $\mu$ m 내지 2 $\mu$ m 정도 이격되는 것을 특징으로 하는 반도체 장치의 마스크.

##### **청구항 5.**

투명한 기판;

상기 기판 상에 형성된 차광막 패턴; 및

상기 차광막 패턴에 교차되어 광 투과율을 조절하며 상기 차광막 패턴이 제거되어 상기 기판을 노출하여 형성된 다수의 스페이스 슬릿들을 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 장치의 마스크.

##### **청구항 6.**

제5항에 있어서, 상기 스페이스 라인은

상기 차광막 패턴과 수직하게 배치되는 것을 특징으로 하는 반도체 장치의 마스크.

##### **청구항 7.**

제5항에 있어서, 상기 스페이스 라인은

대략 10nm 내지 100nm의 폭을 가지는 것을 특징으로 하는 반도체 장치의 마스크.

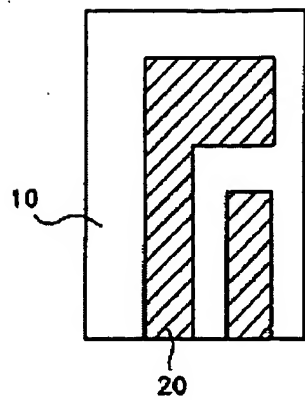
##### **청구항 8.**

제5항에 있어서, 상기 다수의 스페이스 슬릿들은

상호간에 대략 0.5 $\mu$ m 내지 2 $\mu$ m 정도 이격되는 것을 특징으로 하는 반도체 장치의 마스크.

도면

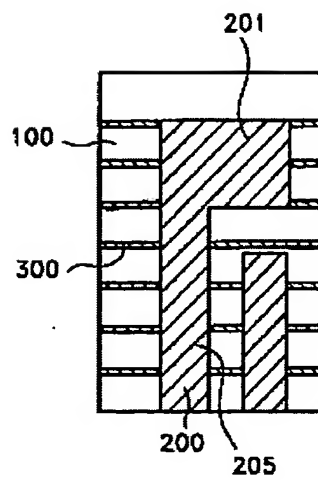
도면 1



도면 2



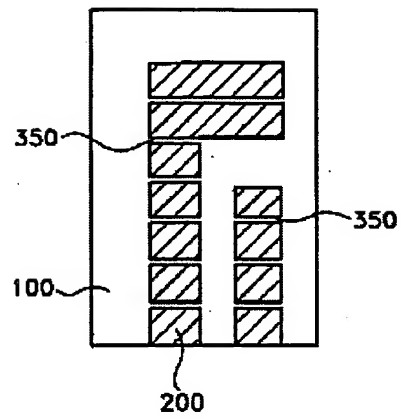
도면 3



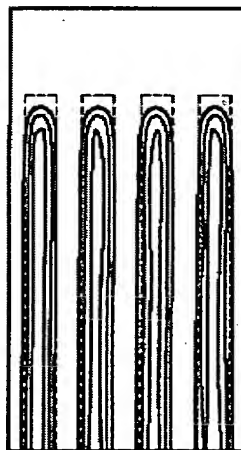
도면 4



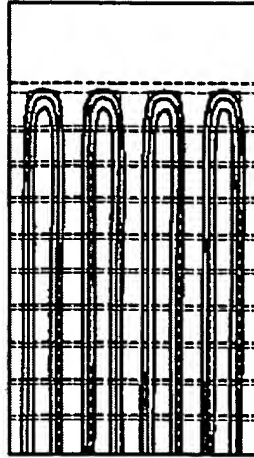
도면 5



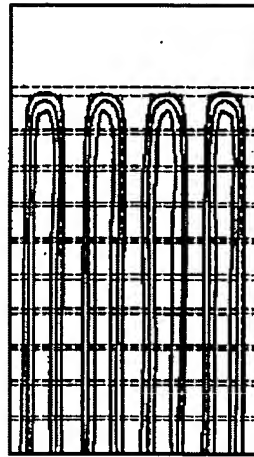
도면 6



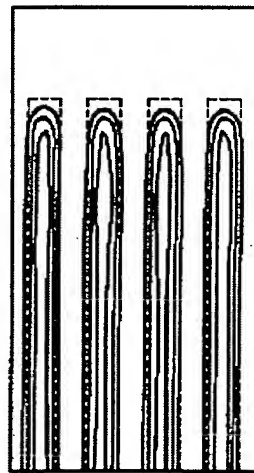
도면 7



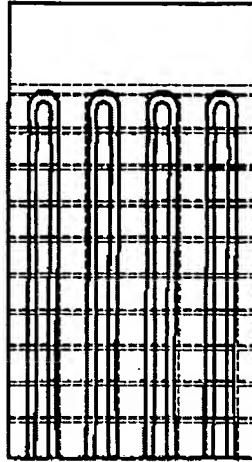
도면 8



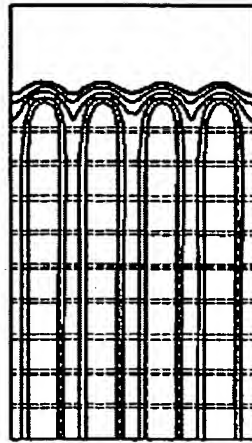
도면 9



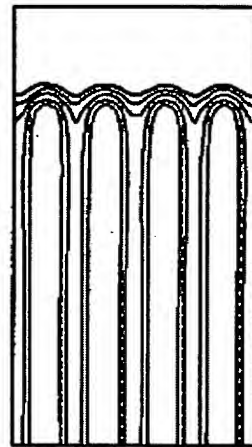
도면 10



도면 11

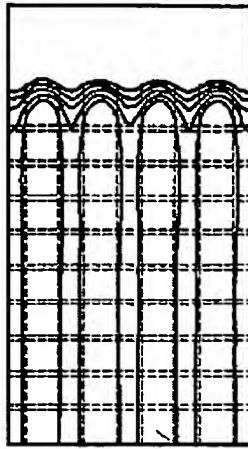


도면 12

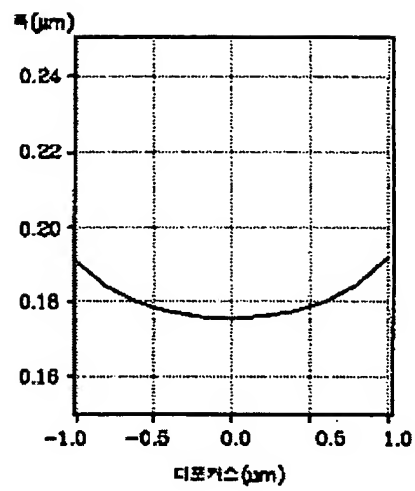




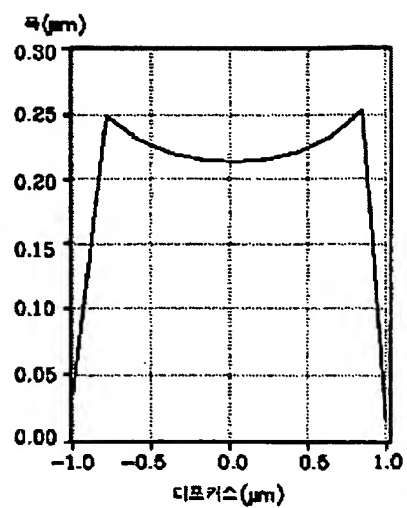
도면 13



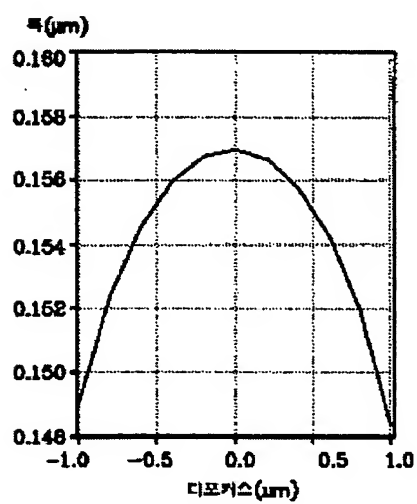
도면 14



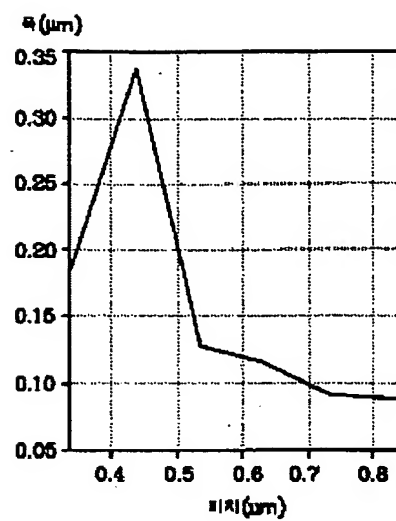
도면 15



도면 16



도면 17



도면 18

